



Projektverbund BayÖkotox – „Ökotoxikologische Bewertung von Stoffen in der Umwelt“

Alexandra Grundmann (alexandra.grundmann@lfu.bayern.de), Marina Maier (marina.maier@lfu.bayern.de), Antonia Wanner (antonia.wanner@lfu.bayern.de), Christa Barkschat (christa.barkschat@lfu.bayern.de), Marion Letzel (Marion.letzel@lfu.bayern.de)



Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg

ABSTRACT

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat von 2020 bis 2023 im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz den Projektverbund BayÖkotox koordiniert. Sechs anwendungsorientierte Fachprojekte an bayerischen Universitäten forschten interdisziplinär zu ökotoxikologischen Fragestellungen zum Schutz von Insekten, luftgetragenen Schadstoffen aus dem Verkehr und biozidhaltigen Baustoffen. Aus den Ergebnissen konnten beispielsweise Handlungsempfehlungen für Imker erstellt, Aussagen über subletale Effekte und Mischtoxizität auf Nichtzielorganismen getroffen werden und moderne Mikrobiomanalysen für Zulassungsverfahren erprobt werden. Ein Schwerpunkt des Koordinierungsprojekts war die Kommunikation zu den wissenschaftlichen Inhalten mit der Öffentlichkeit, um der Ökotoxikologie als Wissenschaft, die Auswirkungen von Stoffen auf die belebte Umwelt untersucht und dadurch die Einordnung möglicher negativen Folgen unterstützt, zu mehr Sichtbarkeit zu verhelfen. In diesem Beitrag werden die Projektergebnisse zusammengefasst.

MOTIVATION

Nach aktuellem Stand sind über 204 Millionen chemische Substanzen weltweit registriert und täglich kommen tausende dazu. Mehr als 350.000 Chemikalien mit oft unbekannter ökotoxikologischer Wirkung sind derzeit auf den globalen Märkten im Umlauf. Die Belastbarkeit der Erde (Stichwort: planetare Grenzen) in Bezug auf das Einbringen von neuartigen Entitäten (novel entities) ist weit überschritten. Gleichzeitig wurden die nötigen Kapazitäten und Kompetenzen im Bereich der ökotoxikologischen Bewertung von Stoffen in den letzten 20 Jahren in Bayern, aber auch deutschlandweit, bei Behörden und Universitäten sukzessive reduziert.

Um dem entgegenzutreten, finanzierte das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz von 2020 - 2023 das Verbundvorhaben „BayÖkotox“, welches vom Bayerischen Landesamt für Umwelt konzipiert und koordiniert wurde. Beteiligt waren vier bayerische Universitäten mit sechs Fachprojekten, die sich gesellschaftsrelevanten ökotoxikologischen Forschungsfragen zu den Schwerpunkten „Schutz von Insekten“, „luftgetragene Schadstoffe aus dem Verkehr“ und „Biozide aus Baustoffen“ stellten.

KOORDINIERUNGSPROJEKT

Die Ökotoxikologie hat ein Sichtbarkeitsproblem. Daher war es, neben der Verwaltung und fachlichen Begleitung, eine weitere Kernaufgabe des Koordinierungsprojekts, Öffentlichkeitsarbeit zu den wissenschaftlichen Inhalten zu betreiben. Es wurden zahlreiche Kommunikationskanäle genutzt, um die Sichtbarkeit in der Fachwelt und für die Öffentlichkeit zu erhöhen.

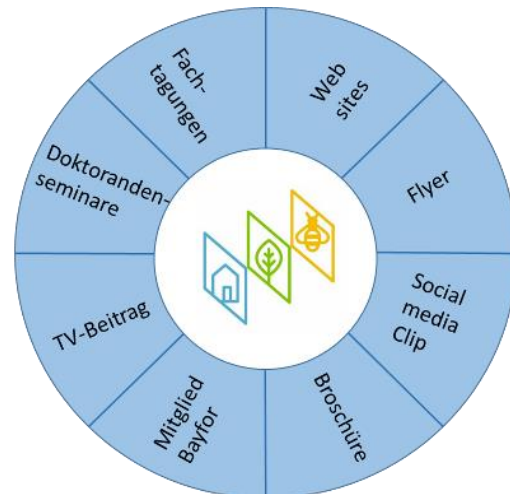


Abb 1 Kommunikationsinstrumente im BayÖkotox-Projektverbund.

Je nach Zielgruppe kamen u. a. Fachtagungen, allgemeinverständliches Informationsmaterial in Web und Print oder ein wissenschaftsjournalistischer Videoclip für Social Media zum Einsatz. Eine Partnerschaft mit der Bayerischen Forschungsallianz und der vielfältige Einsatz unterschiedlicher Ressourcen ermöglichte hier eine professionelle Umsetzung der Kommunikationsstrategien.

TEILPROJEKTE

Die gekürzten Projektbeschreibungen entstanden auf Basis der Abschlussberichte durch die Teilprojekte. Diese sind auf der Projektwebsite einsehbar.



Abb. 2 Projektwebsite BayÖkotox

Teilprojekt 1: Einfluss von Insektengiften auf die Partner- und Wirtsfindung

Prof. Dr. Joachim Ruther, Institut für Zoologie, Professur für Chemische Ökologie, Universität Regensburg

Teilprojekt 1 beschäftigte sich mit subletalen Effekten von Insektiziden auf Nichtzielorganismen. Parasitische Wespen sind als natürliche Feinde anderer Insekten wichtig für die Aufrechterhaltung ökologischer Gleichgewichte. Der Geruchssinn ist für sie zur Partner- und Wirtsfindung unabdingbar. Untersucht wurden die Wirkstoffe Acetamiprid, Dimethoat, Flupyradifuron und Sulfoxaflor, die auf cholinerge Neuronen des Nervensystems von Insekten wirken. Dazu wurden entsprechende Testsysteme entwickelt und etabliert. Es zeigte sich, dass subletale Dosen aller vier Wirkstoffe bei mindestens einer der getesteten Arten die pheromonvermittelte sexuelle Kommunikation und/oder die olfaktorische Wirtsfindung beeinträchtigten. Es muss davon ausgegangen werden, dass dies deren wichtige Funktion in Ökosystemen negativ beeinflusst. Somit lieferte das Projekt auch einen wichtigen Beitrag zum Verständnis des in weiten Teilen der Welt zu beobachtenden Insektenrückgangs. Zukünftig wäre es bei der Zulassung neuer Wirkstoffe daher sinnvoll, subletale Effekte auf Nichtzielorganismen stärker zu berücksichtigen.

Teilprojekt 2: Honig- und Wildbienen unter Stress

Prof. Dr. Ricarda Scheiner, Lehrstuhl für Verhaltensphysiologie und Sozialbiologie, Universität Würzburg

Im Teilprojekt 2 wurden Effekte von Mischungen aus Insektiziden und Fungiziden auf die Mortalität und das Verhalten von Honig- und Wildbienen untersucht. Getestet wurden Auswirkungen auf Geschmack, Lernverhalten und Sammelflugverhalten. Zudem wurden Effekte auf die Volksentwicklung und den Polleneintrag von Honigbienen betrachtet. Die mögliche Kompensation negativer Auswirkungen von Insektizid-Fungizid-Mischungen auf Honigbienen in artenreichen Landschaften wurde in einem Feldversuch untersucht. Pflanzenschutzmittel in der höchsten feldrealistischen Konzentration zeigten negative Effekte auf verschiedene Eigenschaften der Honigbienen. Bei Hummeln konnten hingegen keine negativen Auswirkungen nachgewiesen werden. Das Projekt leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Aufklärung der Wirkung multipler Stressoren (Insektizid-Fungizid-Mischungen) auf das Verhalten, die Individualentwicklung und den Polleneintrag von Honig- und Wildbienen. Durch die Optimierung vorhandener und die Etablierung neuer Methoden kann die Mischtoxizität bei Honigbienen und Wildbienen zukünftig besser bewertet werden.

Teilprojekt 3: Anthropogene Verunreinigungen in Bienenwachs

Prof. Dr. Erhard Strohm, Institut für Zoologie, Professur für Evolutionäre Ökologie, Universität Regensburg

Pflanzenschutzmittel und andere Umweltchemikalien können sich in Bienenwachs anreichern. Wachs aus konventioneller Imkerei enthielt deutlich mehr Schadstoffe als Wachs aus Bio-Imkerei. Der Pestizideintrag war an überwiegend konventionell bewirtschafteten Standorten erhöht. Bienenköniginnen bevorzugten zwar sauberes Wachs bei der Eiablage, jedoch konnten keine negativen Effekte von kontaminiertem Wachs nachgewiesen werden, weder auf die Entwicklung und den Honigertrag von Bienenvölkern noch auf die Flug- und Lernleistung sowie das Heimfindervermögen einzelner Arbeiterinnen. Die Ergebnisse zu den Effekten auf das Immunsystem von Honigbienen waren uneinheitlich. Es wurden keine signifikanten Effekte der Wachsqualität auf zwei Immunkompetenzindikatoren festgestellt. Ein Immunindikator war bei belastetem Wachs erhöht. Die Ergebnisse wurden in Form von Handlungsempfehlungen für Imker zugänglich gemacht.

Teilprojekt 4: Einfluss von Feinstaub auf Insekten

Prof. Dr. Heike Feldhaar, Lehrstuhl für Tierökologie I, Universität Bayreuth

Im Projekt „Einfluss von Feinstaub auf Insekten“ wurden erstmals die Auswirkungen von Feinstaubpartikeln aus motorischen Verbrennungsprozessen auf die Dunkle Erdhummel untersucht. In kontrollierten, realitätsnahen Betriebsszenarien am Motorenprüfstand wurden erfolgreich nanoskalige Dieselrußpartikel unter 100 nm erzeugt und in ihrer elementaren Zusammensetzung charakterisiert. In Expositionsversuchen konnte gezeigt werden, dass Dieselrußpartikel sowohl über das Tracheensystem, dem „Atmungsorgan“ der Insekten, als auch über die Nahrung aufgenommen werden. Dabei wurde erstmals eine geschlechtsspezifische Akkumulation von Feinstaubpartikeln innerhalb des Darms beobachtet. In ökotoxikologischen Versuchen mit sehr hohen, realitätsfernen Dosen konnten keine akuten Effekte durch entsprechende Partikel festgestellt werden, jedoch ergaben sich erstmalig Hinweise auf subletale Wirkungen bei chronischer Exposition wie Veränderungen des Flugverhaltens, der Zusammensetzung des Darmmikrobioms und der Genexpression. Auf die Kolonieentwicklung der Dunklen Erdhummel hatte die Behandlung mit Dieselruß keinen signifikanten Einfluss.

Teilprojekt 5: Einfluss von Feinstaub auf Pflanzen

Prof. Dr. Stephan Clemens, Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie, Universität Bayreuth

Das Teilprojekt 5 adressierte mögliche ökotoxikologische Auswirkungen metallischer ultrafeiner Partikel (UFP) aus Bremsabrieb auf Pflanzen, deren Aufnahme in Blättern sowie Effekte auf physiologischer und genetischer Ebene. Hierzu wurden UFP, z. T. agglomeriert, an einem Bremsenprüfstand unter möglichst

realitätsnahen Bedingungen aus Bremsabrieb erzeugt, charakterisiert und mit Umweltproben (Innenstadt) verglichen. Autobahnbremungen zeigten im Vergleich zu Bremssituationen im innerstädtischen und Überlandverkehr Emissionen mit dem höchsten UFP-Anteil. Diese können durch den Einsatz keramischer Leichtbaubremsscheiben um über 95 % reduziert werden. Mithilfe einer neu entwickelten Expositionskammer konnten erfolgreich realitätsnahe und reproduzierbare Expositionsexperimente mit der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* (Ackerschmalwand) am Bremsenprüfstand durchgeführt werden. Bei entsprechenden Versuchen wurde beobachtet, dass die Exposition von Pflanzen gegenüber UFP zu Veränderungen der Genexpression in den Blättern führt. Das Muster der aktiven Gene in den UFP ausgesetzten Blättern zeigte Änderungen gegenüber dem Muster in unbelasteten Blättern. Eine direkte Aufnahme von UFP über die Spaltöffnungen der Blätter sowie Effekte auf die Fitness der untersuchten Pflanzen konnten nicht nachgewiesen werden.

Teilprojekt 6: Bewertung biozidhaltiger Baustoffe

Prof. Dr. Stefan Kalkhof, Institut für Bioanalytik, Hochschule Coburg

Biozide werden eingesetzt, um u. a. Fassaden zu schützen. Durch Regenereignisse können sie ausgewaschen werden und in die Umwelt gelangen. Das Teilprojekt 6 konnte in Freilandversuchen zeigen, dass Fassadenablauf aus dem ersten Monat nach Aufbringen der Biozide negative Effekte auf verschiedene Modellorganismen hat. Durch gezielte Verkapselung der Biozide, aber auch durch an sich ungewollten bestrahlungsbedingten Abbau kann die Konzentration der ausgehenden Biozide reduziert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass der kombinierte Eintrag von Bioziden, die häufig in Baumaterialien verwendet werden, die Bodenatmung, die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bodens und das gesamte Bodenmikrobiom nicht signifikant verändert. Biozide haben jedoch Auswirkungen auf die aktiven mikrobiellen Gemeinschaften im Boden. Methodisch konnte so gezeigt werden, dass die neu eingeführten Untersuchungsverfahren im Vergleich zu den klassischen Methoden (DIN-Normen) eine umfassendere quantitative und qualitative Informationstiefe liefern und somit die Bewertung des Biozideinsatzes in Baustoffen für den Boden erleichtern. Für eine tiefenabhängige Abschätzung der Biozidverteilung im Boden wurde eine Methode entwickelt, die eine Kombination aus zwei Simulationsprogrammen umfasst. Damit lassen sich Daten flexibel anpassen und auf die Szenarien zur Gefährdungsbeurteilung adaptieren. Eine experimentelle Überprüfung der Modelle zeigte eine gute Übereinstimmung für die oberen Bodenschichten bis fünf Zentimeter. Allerdings wurde experimentell eine deutlich tiefere Verteilung der Biozide festgestellt als durch die Modelle vorhergesagt, so dass die Modelle noch einer weiteren Optimierung bedürfen.

Finanzierung

Der Projektverbund wurde mit 2,1 Millionen Euro durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz finanziert.

Kontakt

Alexandra Grundmann
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Str.160
86179 Augsburg
Tel.: 0821/90715935
E-Mail: alexandra.grundmann@lfu.bayern.de

Bayerisches Landesamt für
Umwelt

